

***REGENERACIÓN POR SEMILLA DE ESPECIES
MADERABLES EN AREAS DE APROVECHAMIENTO
FORESTAL EN UN BOSQUE HÚMEDO
TROPICAL EN BOLIVIA***

Documento Técnico 110/2002

**M. Marcela Pereyra Mendoza
Todd S. Fredericksen**

Autores

Contrato USAID: 511-C-00-93-00027-00
Chemonics International Inc.
USAID/Bolivia
Julio, 2002

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

***Regeneración por Semilla
de Especies Maderables en
Áreas de Aprovechamiento
Forestal en un Bosque
Húmedo Tropical en Bolivia***

***Proyecto de Manejo
Forestal Sostenible
BOLFOR***

Cuarto Anillo
esquina Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Teléfonos: 3-480766 – 3-480767
Fax: 3-480854
e-mail: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo
Santa Cruz, Bolivia

Tabla de Contenido

SECCION I	RESUMEN	I-1
SECCION II	METODOLOGÍA	II-1
	A. Área de estudio	II-1
	B. Ubicación de los sitios de estudio y diseño experimental	II-1
SECCION III	RESULTADOS	III-1
SECCION IV	DISCUSIÓN	IV-1
SECCION V	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	V-1

Resumen

Se sembró 589 semillas en un bosque húmedo en condiciones naturales usando 6 especies de árboles forestales para determinar tasas la germinación y depredación de semillas y la sobrevivencia y crecimiento de plántulas. Después de 15 meses, se notó un porcentaje mayor de germinación de mara (*Swietenia macrophylla*) en áreas no-perturbadas con 70% de germinación natural a los 86 días después de su sembrado. Del mismo modo, se observó una tasa de 90% de germinación en invernadero en 28 días desde su sembrado. Las otras especies, incluyendo coquino (*Pouteria nemorosa*), verdolago (*Terminalia oblonga*), paquió (*Hymenaea coubaril*), yesquero blanco (*Cariniana ianeirensis*) y azúcaró (*Spondias mombin*), no germinaron más del 10% en el campo y mostraron germinación variable en el invernadero. La germinación, en general, de las especies estudiadas fue mayor en micrositios con hojarasca (17%) en relación con áreas de suelos abiertos (4%) pero fue dominada por el comportamiento de la mara. Con relación a los micrositios creados por el aprovechamiento forestal, la germinación fue mayor en laderas de pistas y en áreas no-perturbadas en comparación con claros donde había mas depredación de semillas. Por otra parte, se observó que un 22% por ciento (del promedio) de las semillas que no germinaron durante de la fase del experimento, como azúcaró, coquino, y paquió, quedaron latentes y quizás aún viables. Se observó un mayor crecimiento de plántulas en bordes de claros y pistas de extracción.

Palabras claves: Bolivia, ecología de semillas, germinación, aprovechamiento forestal, bosque húmedo tropical.

SECCION II

Metodología

A. Área de estudio

El estudio fue realizado en la concesión forestal La Chonta, ubicada dentro de la Reserva Forestal de Guarayos (15° 45' S, 62° 60' O) con una superficie total de 100.000 ha. La temperatura media anual es 25.3° C, con máximas hasta de 28.9° C y mínimas de 19.6° C (CORDECRUZ-SENAMHI 1993). La precipitación pluvial anual promedio es 1562 mm; la máxima llega a 2195 mm y la mínima a 1313 mm. La región tiene una época seca de cinco meses de duración entre los meses de junio y octubre. La zona ecológica que corresponde a la región es bosque húmedo de llanura y pertenece al Escudo Cristalino Chiquitano que es la prolongación del gran Escudo Brasileño.

B. Ubicación de los sitios de estudio y diseño experimental

Se utilizaron sendas de censo forestal, espaciadas cada 150 m, en el área de aprovechamiento anual AAA-2000 para hacer un estudio de germinación y depredación de semillas y de la supervivencia y crecimiento de plántulas. Los transectos midieron 100 m de largo y en cada uno se colocaron sobre el suelo semillas recientemente recolectadas a cada 5m. Por cada especie, se establecieron 5 transectos con 20 semillas cada uno por un total de 100 semillas de cada especie. Los transectos tuvieron un punto de inicio ubicado al azar en el camino principal. La ubicación de las semillas coincidió de forma sistemáticamente al azar con micrositios creados por el aprovechamiento (claros de aprovechamiento, pistas de arrastre, caminos, áreas no alteradas) en una proporción aproximada a la disponibilidad de dichos sitios en el área aprovechada. Para observar las tasas de germinación y depredación de semillas en el tiempo, se amarró las semillas con un hilo delgado que estuvo atado a una estaca fijada en el suelo identificada por cinta de color. Las plantas que germinaron fueron amarradas con placas para observar tasas de supervivencia y crecimiento de altura. Se midió la altura perpendicular entre la yema terminal de cada plántula emplaquetada y el suelo. Las semillas se monitorearon diariamente durante la primera semana, posteriormente a la instalación del experimento y en lo sucesivo, aproximadamente una vez al mes, para registrar la tasa de depredación, germinación, crecimiento y supervivencia de las semillas.

Para relacionar patrones de germinación, depredación, supervivencia, y crecimiento con hábitat, se registraron los siguientes datos para todas las ubicaciones donde sembraron semillas: cobertura de la vegetación del dosel (> 10m de altura), cobertura de la vegetación del dosel intermedio (2-10m de altura), cobertura de vegetación en el estrato del suelo (< 2m de altura), clase de perturbación (claro, pista de arrastre, etc.), y substrato (suelo descubierto, hojarasca, tronco podrido). Se efectuó estimaciones de cobertura de dosel y estrato intermedio con un densiómetro y la cobertura de vegetación sobre el suelo se estimó ocularmente.

Se usó un grupo separado de 100 semillas por especie para ensayos de germinación en condiciones controladas, que se efectuó en Santa Cruz en el vivero del Proyecto BOLFOR. Las semillas se sembraron en suelo natural y se regaron cada día con el fin de determinar la germinación potencial en condiciones favorables de humedad y sin depredación.

Se calculó el porcentaje promedio de semillas germinadas y de plántulas sobrevivientes en el bosque y vivero. Se usó pruebas estadísticas de ANOVA para determinar diferencias y relaciones entre clases de micrositio en las variables medidas. Se usó correlación para determinar el grado de relación entre tasas de germinación, depredación, y la cobertura de vegetación.

SECCION III

Resultados

La tasa de germinación de semillas colocadas en condiciones no perturbadas fue mayor para mara, llegando a una tasa de 70% de germinación. Las otras especies no mostraron una tasa de germinación mayor al 10% (Figura 1). Por otra parte, se observó que la germinación, en general, empezó a partir de 86 días después de la siembra para yesquero, a los 87 días para verdolago, a los 109 días para mara, y a los 214 días para paquió. Después de 284 días, todavía no habían germinado azúcaró ni coquino. La mara también presentó mayor porcentaje de germinación en el invernadero alcanzando el 90% de germinación a los 28 días de su sembrado (Figura 2) y las otras especies no tuvieron tasa de germinación más altas de 10%. No hubo semillas suficientes de azúcaró o coquino para sembrar en el invernadero.

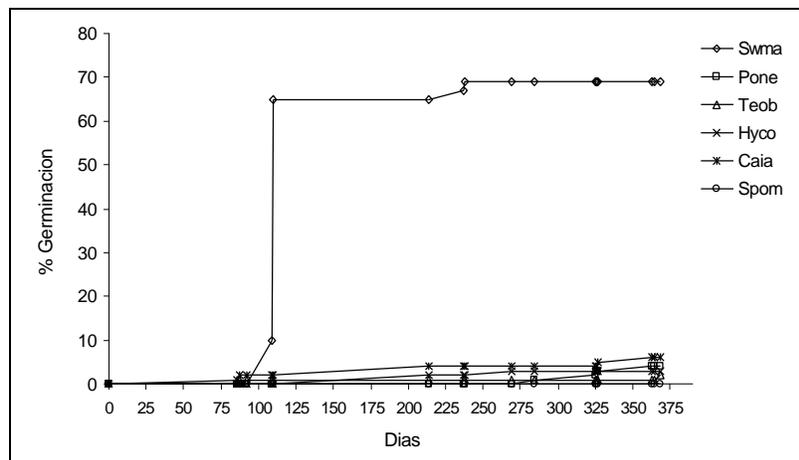


Figura 1. Tasa de germinación natural de Swma (*Swietenia macrophylla*), Pone (*Pouteria nemorosa*), Teob (*Terminalia oblonga*), Hyco (*Hymenaea coubaril*), Caia (*Cariniana ianeirensis*), y Spom (*Spondias mombin*).

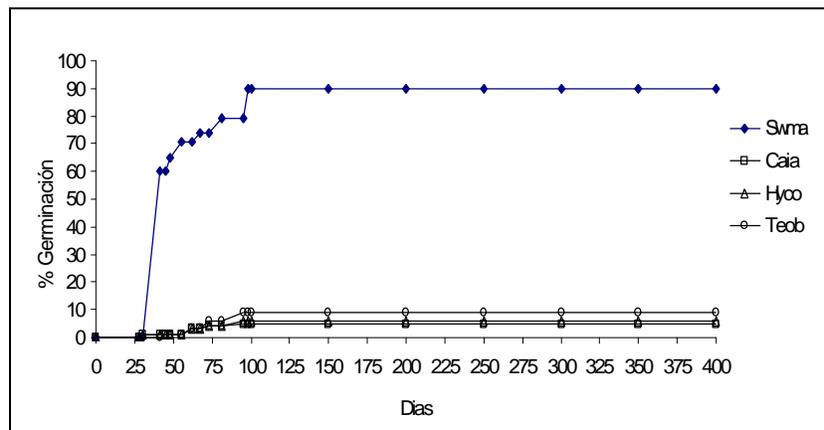


Figura 2. Tasa de germinación en vivero de Swma (*Swietenia macrophylla*), Caia (*Cariniana ianeirensis*), Hyco (*Hymenaea coubaril*), y Teob (*Terminalia oblonga*).

La depredación de semillas en condiciones naturales mostró un patrón diferente para cada especie (Figura 3). Por ejemplo, para yesquero blanco, la depredación fue rápida, alcanzando casi 70% de las semillas en tres meses. Por otra parte, el coquino mostró poca depredación (< 10%) después de 400 días. Las especies que presentaron mayor porcentaje de depredación, yesquero blanco y verdolago, fueron depredadas por insectos como saltamontes (Tettigonidae), coleópteros de la familia Bruchidae y Lepidópteros. La depredación de paquió fue supuestamente acción de mamíferos porque las semillas desaparecieron. Con la humedad se pudrieron las semillas no viables a causa de la presencia de hongos.

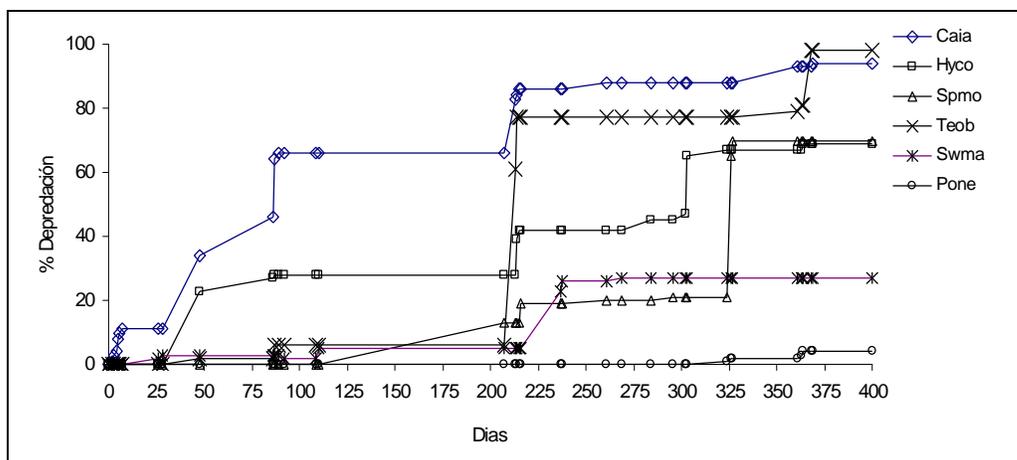


Figura 3. Tasa de depredación en condiciones naturales de Caia (*Cariniana ianeirensis*), Hyco (*Hymenaea coubaril*), Spmo (*Spondias mombin*), Teob (*Terminalia oblonga*), Swma (*Swietenia macrophylla*), y Pone (*Pouteria nemorosa*).

De las 589 semillas que fueron sembradas de las seis especies estudiadas, el 72% corresponde a hojarasca y 28% al suelo (Tabla 2). De estos porcentajes, 17% germinaron en hojarasca con relación al 4% de germinación de semillas que estaban en suelos abiertos, quedando en estado de latencia el 22% de semillas en general con relación al sustrato (Tabla 1). Se observó que la germinación y la depredación de semillas fueron mayores en áreas no perturbadas (Tabla 2). Por disturbios del suelo, la mayor germinación se manifestó en ladera de pistas con un 26 % de germinación, con relación a un 100% de depredación en laderas de quebradas. (Tablas 2 y 3).

Especies	% de germinación por estrato		Numero de semillas en hojarasca			Numero de semillas en suelos abiertos		
	Hojarasca	Suelo	Germ	Dp	NG	Germ	DP	NG
Azucaro	52	48	0	38	14	0	38	10
Coquino	26	63	1	21	4	1	54	8
Mara	90	10	65	25	0	4	6	0
Paquió	79	21	1	52	26	0	19	2
Verdolago	88	12	2	86	0	0	12	0
Yesquero	88	12	5	83	0	1	11	0
Numero Total	423	166	74	305	44	6	140	20
% de germinación	(72%)	(28%)	(17%)	(72%)	(10%)	(4%)	(84%)	(12%)

Tabla 1. Estimación del porcentaje de germinación en el sustrato de semillas germinadas y no germinadas en germinación natural. El número total de semillas = 589.

Lugar de copa	Borde claro			Claro natural			Claro aprovechado			Áreas no perturbadas		
	G	DP	NG	G	DP	NG	G	DP	NG	G	DP	NG
Mara	38	11	0	13	11	0	2	5	0	16	4	0
Yesquero	2	42	0	0	23	0	1	8	0	3	20	0
Verdolago	2	50	0	0	25	0	0	12	0	0	10	0
Coquino	1	48	4	0	16	7	0	0	0	1	11	1
Paquió	2	37	19	0	26	7	0	3	2	0	3	3
Azucaro	0	25	5	0	37	10	0	1	5	0	4	13
Total	45	213	28	13	138	24	3	29	7	20	52	17
%	(16%)	(74%)	(28%)	(13%)	(79%)	(14%)	(8%)	(74%)	(18%)	(22%)	(58%)	(19%)

Tabla 2. Número de semillas y porcentajes de germinación, depredación y no germinadas de semillas con relación a la descripción del lugar de la copa de un área de aprovechamiento forestal, G = germinaron, DP = Depredaron, NG = No germinaron

Lugar de suelo	Ladera de camino			Ladera de pistas			Pistas			Ladera de quebrada			Áreas no perturbadas		
	G	DP	NG	G	DP	NG	G	DP	NG	G	DP	NG	G	DP	NG
Mara	5	10	0	19	5	0	16	12	0	0	0	0	29	4	0
Yesquero	2	12	0	1	13	0	3	39	0	0	1	0	0	29	0
Verdolago	0	9	0	0	6	0	2	21	0	0	1	0	0	61	0
Coquino	0	4	0	1	16	1	0	24	7	0	2	0	0	30	4
Paquíó	0	0	0	0	0	0	1	25	12	0	8	0	2	35	17
Azucaro	0	6	2	0	12	6	0	20	4	0	0	0	0	38	12
Total	7	41	2	21	52	7	22	141	23	0	12	0	31	197	33
%	(14%)	(82%)	(4%)	(26%)	(65%)	(9%)	(12%)	(75%)	(13%)	(0%)	(100%)	(0%)	(12%)	(75%)	(13%)

Tabla 3. Número y porcentaje de semillas de germinación, depredación y no germinadas en regeneración natural con relación a la descripción del lugar del suelo de un área de aprovechamiento forestal, G = germinaron, DP = Depredaron, NG = No germinaron

Se observó una correlación negativa entre el porcentaje de germinación y la cobertura del dosel, aunque no muy significativo ($p = 0.10$). Por otra parte, no se manifestó una relación significativa entre la cobertura de vegetación del dosel medio ($p = 0.21$) o del sotobosque ($p = 0.50$) y el porcentaje de germinación (Figura 4). Se observó una relación negativa entre el porcentaje de depredación de semillas en áreas sin cobertura de dosel ($r = -0.41$, $p = 0.05$). No hubo relación entre la depredación de semillas y la cobertura del estrato medio ($p = 0.32$), ni del sotobosque ($p = 0.36$) (Figura 5).

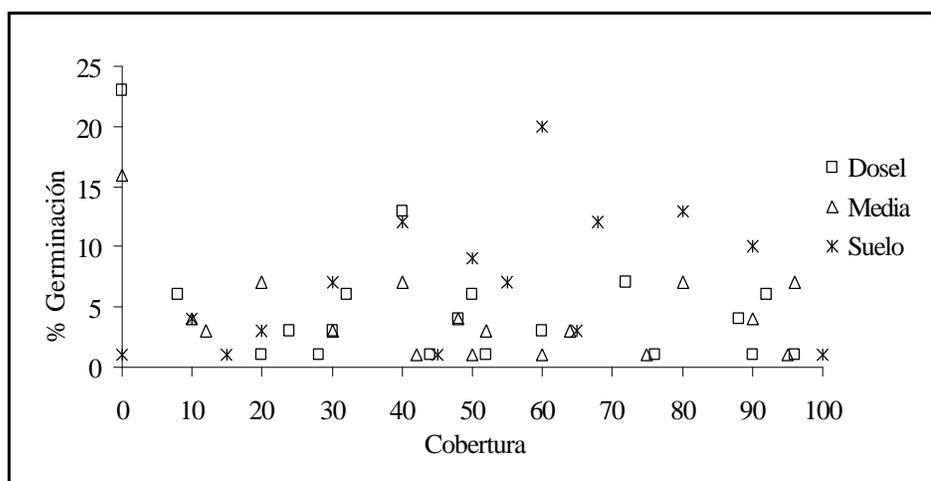


Figura 4. Porcentaje de germinación de semillas con relación a la cobertura de la vegetación del dosel (> 10m de altura), cobertura de la vegetación del dosel medio (2-10m de altura), cobertura del suelo (< 2m de altura).

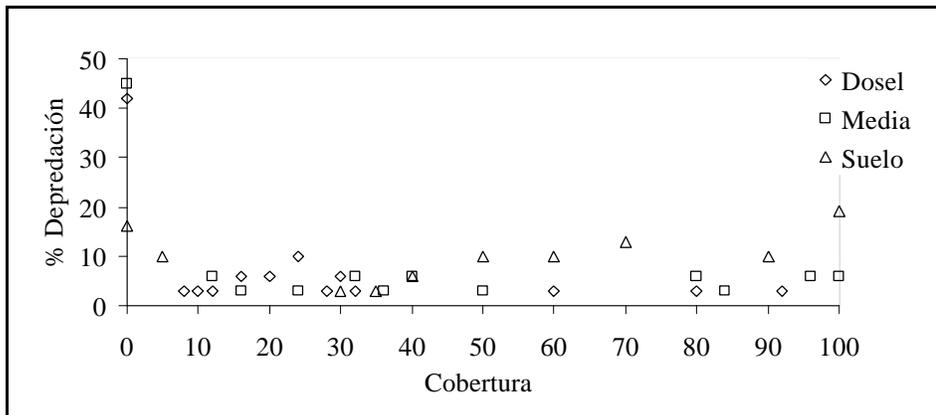


Figura 5. Porcentaje de depredación de semillas con relación a la cobertura de la vegetación del dose (> 10m de altura), cobertura de la vegetación del dose medio (2-10m de altura), cobertura del suelo (< 2m de altura).

La mara presentó la mayor sobrevivencia de las especies, seguida por yesquero blanco. De las semillas de las otras especies que germinaron, muy pocas de las plantas sobrevivieron (Figura 6). El mayor incremento de crecimiento de las plantas de las semillas germinadas fue en bordes de claros y áreas no perturbadas (Figura 7), con crecimiento mayor que en los claros naturales o aprovechados ($p = 0.08$). Se observó mayor crecimiento en áreas de aprovechamiento forestal con suelo afectado fue como pistas y laderas de pistas ($p = 0.03$) que en otros lugares y no fue diferente que el crecimiento de plantas en las áreas no perturbadas laderas de los caminos y caminos ($p = 0.99$) (Figura 8).

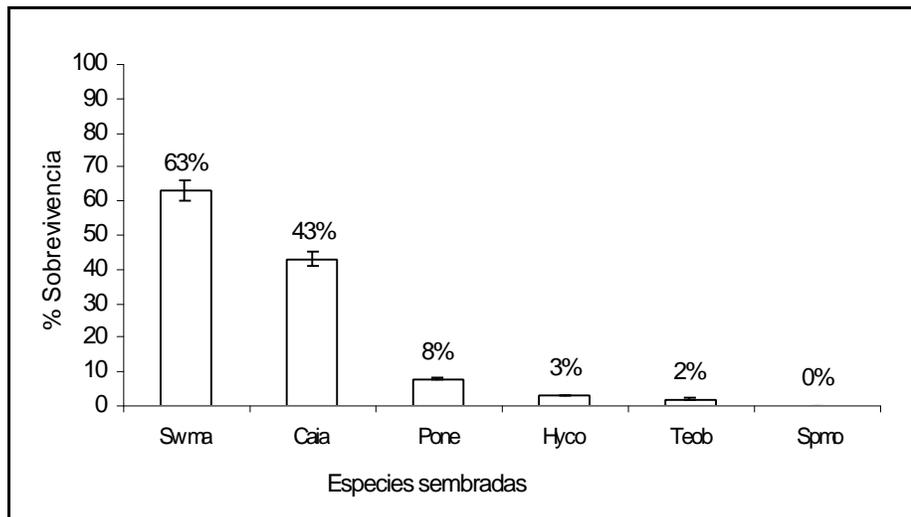


Figura 6. Porcentaje de Sobrevivencia de las especies estudiadas: Swma (*Swietenia macrophylla*), Caia (*Cariniana ianeirensis*), Pone (*Pouteria nemorosa*), Hyco (*Hymenaea coubaril*), Teob (*Terminalia oblonga*), y Spom (*Spondias mombin*).

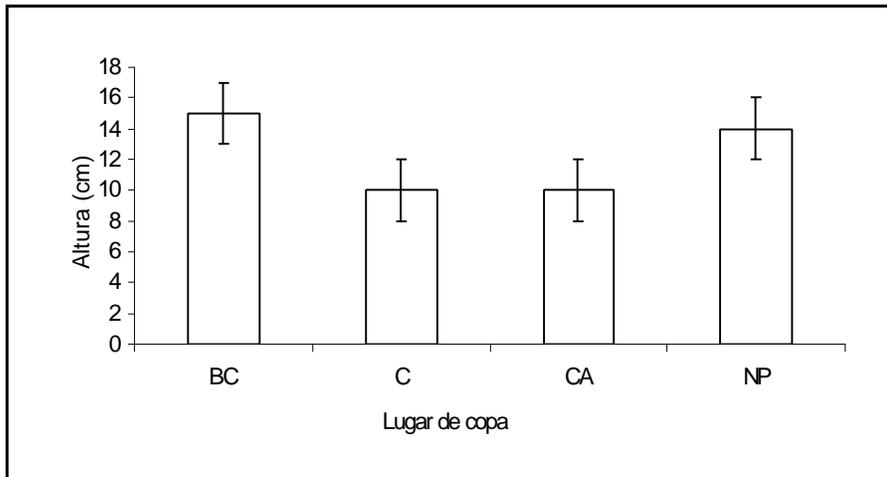


Figura 7. Crecimiento en áreas de aprovechamiento forestal con relación a la cobertura del dosel
BC = Borde de Claro, C=Claro, CA=Claro aprovechado, NP=No perturbado.

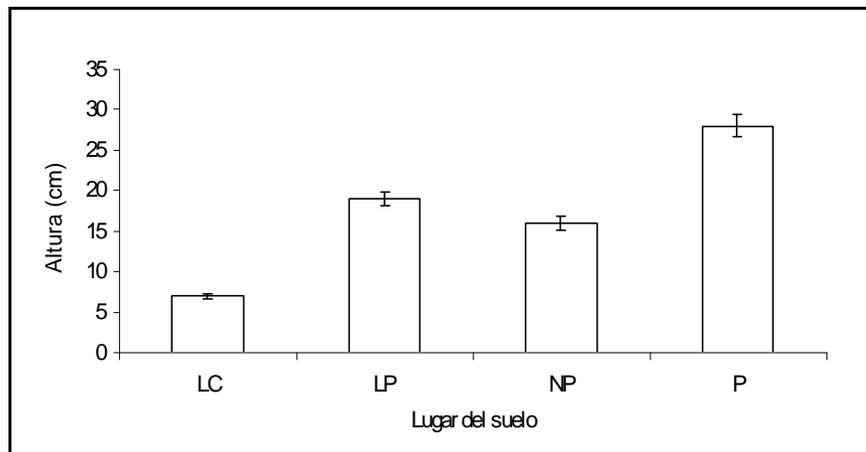


Figura 8. Crecimiento en áreas de aprovechamiento forestal con relación al suelo:
LC = Ladera de camino, LP =Ladera de pistas, NP = Áreas no perturbado,
P =Áreas perturbadas.

SECCION IV

Discusión

La germinación de mara en este estudio fue mucho mayor que la de las otras cinco especies maderables investigadas y es inversamente proporcional a la cantidad de semillas remanentes después de décadas de descreme del bosque. Si bien se considera que la mara es una especie que necesita claros grandes y suelo alterado para germinar y sobrevivir (Gullison et al. 1996), el presente estudio brinda suficiente evidencia de que dicha especie puede sobrevivir durante períodos largos debajo del dosel y puede germinar bien en substratos de hojarasca, así como en suelos abiertos. La capacidad de la para germinar y sobrevivir en la hojarasca del sotobosque puede estar relacionada con los grandes requerimientos de humedad de las plántulas de esta especie (Mayhew y Newton 1998). En vista de su capacidad de germinación y sobrevivencia en la sombra, la preocupación con respecto a la extinción de esta especie debido al descreme podría ser infundada, si bien será necesario aplicar tratamientos silviculturales para estimular su crecimiento (Gunter 2001).

En contraste con la mara, las otras especies estudiadas mostraron tasas relativamente bajas de germinación, tanto en ambientes controlados como en el bosque. Dichas especies presentaron tasas bajas de germinación en todos los micro-sitios. Varias de las mismas (yesquero blanco, verdolago y azúcaró) son bastante abundantes en el dosel y su falta de regeneración da lugar a preguntas interesantes sobre el origen de estos rodales. En el caso del azúcaró, existe evidencia de que la especie se regenera principalmente mediante rebrotes (Fredericksen y Pariona 2001). En el caso del verdolago y el yesquero blanco, se ha observado un nivel relativamente alto de regeneración en caminos madereros abandonados (Severiche, en preparación). En el presente estudio, no se sembraron semillas en caminos madereros. El régimen natural de disturbio en el bosque investigado, que hubiese suministrado substratos semejantes a los caminos madereros (ausencia temporal y completa de vegetación competidora y suelos alterados), no se conoce debidamente, pero los datos preliminares sugieren que hubo una considerable presencia de asentamientos humanos en la zona que se remonta varios siglos (Clea Paz, datos sin publicar). La agricultura migratoria de los pueblos indígenas puede haber creado un mosaico de claros cultivados que, una vez abandonados, brindaron micro-sitios adecuados para la germinación y la sobrevivencia de especies como verdolago y yesquero blanco.

Se observó que la mayor depredación, con relación a la descripción del suelo, se da en pistas y laderas de pistas, manifestándose una tasa de depredación similar a la mencionada por De Miguel y Álvarez (1998). Las especies que presentaron mayor depredación fueron yesquero, azúcaró y verdolago. En los sitios donde fueron sembrados yesquero y azúcaró se observó la presencia de saltamontes (Tettigonidae) y de Lepidópteros en verdolago, observó también la presencia de huecos hecho de escarabajos (Bruchidae) en yesquero, verdolago, y paquió. Por otro lado, en el paquió se observó que la depredación fue por roedores u otros mamíferos. Para algunas especies de árboles, la depredación está relacionada con la distancia dispersada desde la planta productora de semillas, donde a mayor distancia la probabilidad de depredación puede ser menor (Janzen 1970, Howe y Smallwood 1982, Hubbell 1980). Para algunas especies (mara, azúcaró, y paquió)

no se observaron semilleros muy cerca de las zonas donde se sembraron las semillas, quizás aumentando en cierta manera la depredación.

Varios autores (Bazzaz 1979, Medina 1995, Poorter 1999, Hayashida-Oliver 2000, y Guariguata y Pinard 1998) indican que el crecimiento de plántulas está directamente relacionado con el nivel de competencia por la luz y la cantidad de agua y minerales. En este estudio, el mayor crecimiento fue observado en bordes de claros, áreas no perturbadas, con relación a la cobertura del dosel, y en pistas y laderas de pistas con relación al suelo. Se observó en la mara y coquino un óptimo crecimiento de las plántulas en las áreas no perturbadas dentro del bosque, y mientras que yesquero y verdolago tuvieron cierta preferencia por los bordes de claros.

En cuanto a la sobrevivencia de las plántulas, es posible que el bosque en condiciones no perturbadas tenga condiciones ambientales (principalmente luz) similares a las de un bosque perturbado especialmente en la época seca (Guzmán 1997), como es el caso de la mara con una sobrevivencia dentro del bosque 30 cm de altura. Hasta el último registro que se tomó en cuenta se coincide con Mostacedo y Pinard (2001) que indicaron algunas especies son abundantes y se desarrollan sin problemas en la sombra del sotobosque, lugar donde la entrada de luz es mínima (2-5%). Por otro lado, se concuerda con Hayashida-Oliver (2000) al indicar que la mortalidad de plantas en el sotobosque es mayor en especies demandantes de luz. En parte, la sobrevivencia fue afectada por la época seca y se observó que algunas plántulas se secaron por falta de agua, lo que coincide con el estudio de Poorter y Hayashida-Oliver (2001) en el que se indica la época seca ocasiona crecimiento reducido y un aumento en la tasa de mortalidad de los plantines.

SECCION V

Referencias bibliográficas

- BAZZAZ, F.A. 1979. The physiological ecology of plant sucession. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10:351-371.
- COORDECRUZ-SENAMMHI, 1993. Plan de uso de Suelo de Santa Cruz. COORDECRUZ. Santa Cruz-Bolivia.
- FREDERICKSEN, T.S. y W. PARIONA. 2001. Efectos de las Alteraciones Causadas por Skidders en la Regeneración de Árboles Comerciales en Claros de Aprovechamiento en un Bosque Tropical de Bolivia. Documento Técnico 104, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- GUARIGUATA, M. R. y M. A. PINARD. 1998. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: Implications for natural forest management. *Forest Ecology and Management* 112:87-99.
- GULLISON, R.E., S.N. PANFIL, J.J. STROUSE Y S.P. HUBBEL. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes forest, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122: 9-34.
- GUNTER, S. 2001. Impacto de los factores ecológicos en la regeneración de la mara (*Swietenia macrophylla* King) en bosques naturales de Bolivia. En: B. Mostacedo y T.S. Fredericksen, (Eds). *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales de Bolivia*. P 99-188. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- GUZMAN, R. 1997. Caracterización y clasificación de especies forestales en gremios ecológicos en el bosque sub-húmedo estacional de la región de Lomerío, Santa Cruz-Bolivia. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 53 Pp.
- HAYASHIDA-OLIVER Y., R. BOOT, y L. POORTER. 2001. Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Bertholletia excelsa*. *Ecología en Bolivia* 35:51-60.
- HOWE, H.F.y J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13:201-228.
- HUBBELL, S.P. 1980. Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104:501-528.
- JANZEN, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.

- MAYHEW, J.E. y A. C. NEWTON. 1998. *The Silviculture of Mahogany*. CABI, Wallingford, RU. 226 Pp.
- MEDINA, E. 1995. Physiological ecology of trees and application to forest management. En: A. Lugo y C. Lowe (Eds.). *Tropical Forest Management and Ecology*. Pp. 289-307. Springer-Verlag, Berlin.
- MIGUEL, M. De y E. R. ALVAREZ-B UYLLA. 1998. Dispersión y dinámica del parche en bosques de lluvia tropicales. Centro de la Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- MOSTACEDO, B. y PINARD M. 2000. Ecología de semillas y plántulas de árboles maderables en bosques tropicales de Bolivia. Proyecto BOLFOR. En: B. Mostacedo y T.S. Fredericksen, (Eds). *Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales de Bolivia*. P 11-29. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- POORTER, L. 1999. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. *Functional Ecology* 13:396-410.
- POORTER, L. y HAYASHIDA-OLIVER Y. 2000. Effects of seasonal drought on gap understorey seedling in a Bolivian moist forest. *Journal of Tropical Ecology* 16:481-498.
- SAENZ, G. Y T G. FINEGAN. 1996. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal: Puntos de partida para el desarrollo de una metodología práctica. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- SEVERICHE, W. En preparación. Evaluación de la regeneración natural en caminos de extracción de la concesión forestal La Chonta, Guarayos. Tesis de grado. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.